

IAP6 Rec'd PCT/PTO 24 FEB 2006

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the current value which flows to the resistor which is two from which mutually-independent [of the interior] is carried out to the perimeter of the conduit with which a fluid flows, it is wound, and resistance changes according to the temperature of a fluid -- this -- a conduit with the mass flowmeter which measures the mass flow rate of flowing fluid In the massflow controller which has the proportioning valve device in which a flow rate is changed by being in the path of a fluid and changing the clearance between valve seats The diaphragm formed in said valve element and one, and the control valve which controls the compressed air to which it acts on said diaphragm and the location of said valve element is changed, The massflow controller characterized by having the control means which controls said control valve and feeds back the mass flow rate of a fluid to a predetermined value based on the mass flow rate of the fluid which said mass flowmeter measured.

[Claim 2] The massflow controller which said control valve is a proportional control valve, and is characterized by generating the signal with which said control means controls said proportional control valve based on the difference of said predetermined value and the mass flow rate of the fluid which said mass flowmeter measured in what is indicated to claim 1.

[Claim 3] The solenoid valve for supply which said proportional control valve is a solenoid valve which carries out a time amount switching action according to a pulse frequency, and supplies the compressed air which acts on said diaphragm from a compressed-air source of supply in what is indicated to claim 2, The massflow controller characterized by having a pulse conversion means by which consist of solenoid valves for exhaust air which exhaust the compressed air which acts on said diaphragm, and said control means generates a pulse signal based on the difference of said predetermined value and the mass flow rate of the fluid which said mass flowmeter measured.

[Claim 4] The massflow controller characterized by having the return spring which energizes said diaphragm in any one in the direction in which said valve element contacts said valve seat although indicated to claim 1 **** claim 3, and intercepting the flow of the fluid of a massflow controller certainly with said return spring at the time of interruption of service or a closed signal.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] the massflow controller with which this invention is used for the industrial facility for fluid conveyance -- being related -- further -- a detail -- a conduit -- while measuring the mass flow rate of the little fluid which flows inside by high degree of accuracy and quick responsibility and controlling the mass flow rate of the whole fluid correctly, it is related with the massflow controller which has the full cutoff function of a fluid.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the production process of a semi-conductor etc., the need of supplying a little fluid with a sufficient constant-rate precision is high. Therefore, a massflow controller with a more high precision is desired strongly, and various massflow controllers are used. The massflow controller of the proportionality solenoid type currently used conventionally is explained. The configuration of a proportionality solenoid type massflow controller is shown in drawing 3 . The massflow controller consists of the mass-flowmeter sections 2 and the proportioning valve sections 1 of a left half.

[0003] Input port 101 is carrying out opening of the mass-flowmeter section 2 to the left-hand side of the main path 102. Moreover, the pillar-shaped member 103 for changing the flow of a fluid into a laminar-flow condition through a wall and predetermined spacing in the center section of the main path 102 is held. Moreover, input 104 and a tap hole 106 carry out opening to the wall of the both sides of the pillar-shaped member 103, and the conduit 105 is attached. and the upstream and the downstream of the conduit 105 with which a fluid flows the interior -- an each temperature coefficient -- size -- the self-heating mold temperature detector of a pair is twisted, the sensible-heat coils R1 and R2 are formed, a bridge circuit is made with each sensible-heat coil, and he controls the temperature of a sensible-heat coil to constant value, and is trying to calculate the mass flow rate of a fluid from the potential difference between bridge circuits

[0004] In the proportionality solenoid-valve section 1, the solenoid which consists of a coil 116 and PURANJI ** 115 is arranged in the upper part. The valve element 107 is fixed to the lower limit section of a plunger 115. The valve exit port 117 is formed in the location which opposes a valve element 107. The valve exit port 117 is open for free passage to the exit port 112. The valve element 107 is energized in the direction which contacts the valve exit port 117 with the return spring 108. In proportion to the current which energizes a valve element 107 in a coil 116, the location of a plunger 115 and a valve element 107 is determined. Therefore, a flow rate is decided in proportion to the current to energize.

[0005] Next, an operation of a massflow controller is explained. It is flowing in the direction in which Fluid F shows the interior of a conduit 105 by the arrow head. Two

sensible-heat coils R1 and R2 paste the upstream and the downstream of a conduit 105 with UV hardening resin etc., and the sensor section is constituted. It has connected with a control circuit whenever [constant temperature] respectively, and the sensible-heat coils R1 and R2 are controlled to become fixed, and the temperature of the sensible-heat coils R1 and R2 always spreads a phase etc. Therefore, the electrical potential difference outputted from a control circuit is proportional to the amount of energy required in order to maintain the sensible-heat coils R1 and R2 to whenever [constant temperature] in a control circuit whenever [each constant temperature] whenever [constant temperature].

[0006] Here, the difference of an electrical potential difference is proportional to the mass flow rate of Fluid F, and can measure a mass flow rate by measuring the difference of an electrical potential difference. On the other hand, the required flow rate signal is inputted into the massflow controller from the central control unit, and in order to double with the defined flow rate signal, the current passed in a coil 116 is adjusted. That is, when larger than the flow rate as which the measured flow rate was determined, the current passed in a coil 116 is decreased. The force in which a coil 116 attracts a plunger 115 declines by this, a valve element 107 is energized by the return spring 108, moves downward, and a flow rate decreases. Moreover, when smaller than the flow rate as which the measured flow rate was determined, the current passed in a coil 116 is made to increase. The force in which a coil 116 attracts a plunger 115 increases by this, a valve element 107 resists the return spring 108, it moves upward, and a flow rate increases.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were the following problems in the conventional massflow controller.

(1) The massflow controller of the conventional proportionality solenoid was not able to intercept a fluid certainly, although it was satisfactory to have passed an exact mass flow rate. If a return spring is strengthened, a solenoid becomes large too much and will become less practical, although it is necessary to strengthen a return spring if it is going to intercept a fluid completely. Moreover, it was needed [a lot of], although a plunger is lifted, and useless. Therefore, the latching valve was conventionally attached to the downstream of a proportionality solenoid type massflow controller independently, and there was a problem to which a facility becomes large. It was a big problem to have a large area chiefly by the semi-conductor production process in recent years, especially, in order to use many massflow controllers. And it was also a problem that cost goes up with it.

[0008] (2) In the proportionality solenoid type, when it was necessary to pass a lot of currents to a proportioning valve and supplied powerful inflammable gas to it, it was an explosion protection top problem.

[0009] This invention aims at offering the massflow controller which has a perfect cutoff function while it feeds back the mass flow rate which solved and measured the above-mentioned trouble and can control the location of a valve element correctly.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, the massflow controller of

this invention the current value which flows to the resistor which is two from which mutually-independent [of the interior] is carried out to the perimeter of the conduit with which a fluid flows, it is wound, and resistance changes according to the temperature of a fluid -- this -- a conduit with the mass flowmeter which measures the mass flow rate of flowing fluid The diaphragm which is the massflow controller which has the proportioning valve device in which a flow rate is changed by being in the path of a fluid and changing the clearance between valve seats, and is formed in a valve element and one, It has the control valve which controls the compressed air to which it acts on diaphragm and the location of a valve element is changed, and the control means which controls a control valve and feeds back the mass flow rate of a fluid to a predetermined value based on the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured.

[0011] Moreover, in the above-mentioned thing, said control valve is a proportional control valve, and the massflow controller of this invention is characterized by said control means generating the signal which controls said proportional control valve based on the difference of said predetermined value and the mass flow rate of the fluid which said mass flowmeter measured. Moreover, the massflow controller of this invention is set to the above-mentioned massflow controller. The solenoid valve for supply which said control valve is a solenoid valve which carries out a time amount switching action according to a pulse frequency, and supplies the compressed air which acts on diaphragm from a compressed-air source of supply, It consists of solenoid valves for exhaust air which exhaust the compressed air which acts on diaphragm, and said control means is characterized by having a pulse conversion means to generate a pulse signal, based on the difference of a predetermined value and the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured.

[0012] Moreover, in the above-mentioned massflow controller, the massflow controller of this invention has the return spring which energizes diaphragm in the direction in which a valve element contacts a valve seat, and is characterized by intercepting the flow of the fluid of a massflow controller certainly with a return spring at the time of interruption of service or a closed signal.

[0013]

[Function] The conduit of the mass flowmeter of this invention which consists of the above-mentioned configuration pours a fluid inside, and conveys a fluid. Moreover, mutually-independent [of the two resistors] is carried out to the perimeter of a conduit, they are wound around it, and resistance changes according to the temperature of a fluid. Thereby, keeping the temperature of a resistor constant, from the difference of the energy given to a resistor, a mass flowmeter calculates the mass flow rate of flowing fluid, and measures a conduit. If it moves in one with diaphragm and diaphragm descends, a valve element will move in the direction which contacts a valve seat, and will decrease a flow rate. Moreover, when diaphragm goes up, a valve element moves in the direction estranged from a valve seat, and makes a flow rate increase. Moreover, the return spring is energizing diaphragm in the direction in which a valve element contacts a valve seat, and at

the time of interruption of service or a closed signal, a return spring drops diaphragm, makes a valve element contact a valve seat, and intercepts the flow of the fluid of a massflow controller certainly. Here, since the location of a valve element is decided by pneumatic pressure supplied to diaphragm, it needs to control correctly the pneumatic pressure which acts on diaphragm.

[0014] Moreover, the signal with which a control means controls a proportional control valve based on the difference of a predetermined value and the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured is generated. A proportional control valve controls correctly the pneumatic pressure which acts on diaphragm in proportion to the signal given from the control means. That is, a control means controls a valve system in order to decrease the difference based on the difference of the predetermined value inputted from a central control unit etc., and the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured. The pulse signal for controlling a solenoid valve at this time, for example, a pulse conversion means, is generated.

[0015] And when the pneumatic pressure which acts on diaphragm is low, the solenoid valve for supply which constitutes a control valve performs a switching action according to the pulse given from the pulse conversion means, and supplies the compressed air which acts on diaphragm. Moreover, when the pneumatic pressure which acts on diaphragm is high, the solenoid valve for exhaust air which constitutes a control valve performs a switching action according to the pulse given from the pulse conversion means, and exhausts the compressed air which acts on diaphragm. Since both the solenoid valve for supply and the solenoid valve for exhaust air are controlled for the pneumatic pressure of the compressed air which acts on diaphragm to coincidence, pneumatic pressure can be controlled by high responsibility and the location of a valve element can be controlled, an exact flow rate can be obtained quickly.

[0016]

[Example] It explains referring to a drawing hereafter about the massflow controller which is the example which materialized this invention. The whole massflow controller configuration which is one example of this invention is shown in drawing 1. The massflow controller consists of the left-hand side mass-flowmeter section 2 and the right-hand side proportioning valve section 1. The proportioning valve body 23 is hollow and diaphragm 24 is attached to the core of a centrum in the condition of having been fixed to the proportioning valve body 23, in the perimeter. The valve rod 25 for connecting diaphragm 24 and a valve element 17 is attached in the center of diaphragm 24. The return spring 18 is attached to the proportioning valve body 23 of a diaphragm 24 top, and diaphragm 24 is energized downward with the return spring 18. The quite strong spring is being used for the return spring 18 currently used by this invention in order to obtain the high cutoff engine performance as compared with the return spring 108 currently used with the massflow controller conventional proportionality solenoid type.

[0017] The diaphragm 24 for preventing the leakage of the compressed air to the mid-position of a valve rod 25 is attached in the condition of having been fixed to the

proportioning valve body 23, in the perimeter. The compressed air supplied by this from the compressed-air feed holes 19 formed in the side face of the proportioning valve body 23 acts so that a valve rod 25 may be moved upward. Valve input port 26 is formed in the center of the valve portion which constitutes the proportioning valve body 23 bottom. The valve output port 21 is formed in the right-hand side of valve input port 26. The valve output port 21 is open for free passage to the massflow controller outlet 22. The valve seat 27 is formed in the upper limit of valve input port 26. Valve input port 26 is open for free passage with the mainstream way 13 of the mass-flowmeter section 2.

[0018] Next, the configuration of the mass-flowmeter section 2 is explained. The massflow controller inlet port 11 is carrying out opening of the mass-flowmeter section 2 to the left-hand side of the mainstream way 13. Moreover, the pillar-shaped member 12 for changing the flow of a fluid into a laminar-flow condition through a wall and predetermined spacing in the center section of the mainstream way 13 is held. moreover, the wall of the mainstream way 13 of the both sides of the pillar-shaped member 12 -- a conduit -- input 14 and a conduit -- a tap hole 16 -- opening -- carrying out -- a conduit -- input 14 and a conduit -- a tap hole 16 is opened for free passage and the conduit 15 is attached. In a conduit 15, in order to measure a mass flow rate with sufficient responsibility correctly, it is necessary to pour the fluid of the rate of a constant ratio correctly to the total mass flow rate of a fluid. Therefore, it is required to maintain flowing fluid at a laminar-flow condition for the mainstream way 13 and a conduit 15.

[0019] The mass-flowmeter section 2 twists the self-heating mold temperature detector of the pair which is a temperature coefficient respectively and which becomes size around the upstream and the downstream of this conduit 15 and the conduit 15 with which a fluid flows the interior, and consists of sensible-heat coils R1 and R2. Here, it is flowing in the direction in which Fluid F shows the interior of a conduit 1 by the arrow head. The sensible-heat coils R1 and R2 of two 70 turn volume attachment ** are formed in the upstream and the downstream of a conduit 15 in sensible-heat resistance wire with a diameter of 25 micrometers. Sensible-heat resistance wire is made from the quality of the material which is the temperature coefficient of iron, a nickel alloy, etc. and which becomes size. A conduit 1 is pasted with UV hardening resin etc., and the sensible-heat coils R1 and R2 constitute the sensor section. And a bridge circuit is made with each sensible-heat coils R1 and R2, and he controls the temperature of the sensible-heat coils R1 and R2 to constant value, and is trying to calculate the mass flow rate of a fluid from the potential difference between bridge circuits.

[0020] Next, the configuration of the control section of a massflow controller is explained. The sensible-heat coils R1 and R2 are respectively connected to amplifier 31. Amplifier 31 is connected to a control means 32. The control means 32 is connected to the central control unit which is not illustrated. An input signal S is inputted into a control means 32 from a central control unit. The control means 32 is connected to the pulse conversion circuit 33. The pulse conversion circuit 33 is connected to each coil of the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air. On the other hand, the source of supply 34 of the

compressed air has connected with the input port of the solenoid valve 35 for supply. Moreover, the output port of the solenoid valve 35 for supply is connected to the compressed-air feed holes 19. Moreover, the input port of the solenoid valve 36 for exhaust air is also connected to the compressed-air feed holes 19. And the output port of the solenoid valve 36 for exhaust air is connected to an exhaust pipe.

[0021] Next, an operation of the whole massflow controller of this example is explained. Drawing 1 shows the condition that the compressed air is not supplied to the massflow controller. At this time, the cutoff signal is inputted into the control means 32 as an input signal S. The control means 32 has suspended actuation of the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air through the pulse conversion circuit 33 in response to a cutoff signal. Therefore, the compressed air is not supplied to the compressed-air feed holes 19 at all. Thereby, diaphragm 24 is energized downward with the return spring 18, and a valve element 17 is forced on a valve seat 27 by the energization force. Here, since the return spring 18 is equipped with the sufficiently strong force as compared with the return spring 108 currently used with the massflow controller conventional proportionality solenoid type, a fluid will be in the condition of having been completely intercepted by the valve element 17 and the valve seat 27. At this time, the sensible-heat coils R1 and R2 have detected that the fluid is not flowing, and the control means 32 is checking that a flow rate is zero.

[0022] Next, the case where the input signal S which is the command which passes a predetermined mass flow rate to a control means 32 inputs is explained. Since a current flow rate is zero, a control means 32 calculates a difference with an input signal S, and the pulse conversion circuit 33 gives a driving pulse to the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air based on the difference. The solenoid valve 35 for supply and the solenoid valve 36 for exhaust air perform a switching action according to the given pulse. And since pulse-like pneumatic pressure is supplied or discharged by the time amount closing motion of a valve according to a pulse frequency, it is possible to tune easily and quickly finely the pneumatic pressure of the compressed air supplied to the compressed-air feed holes 19. The compressed air supplied from the compressed-air feed holes 19 pushes up diaphragm 24, and makes a valve element 17 estrange from a valve seat 27. Thereby, a fluid flows. Although it is a strong spring, since it is driving diaphragm 24 by the compressed air, even if the return spring 18 of this example has the strong return spring 18, it is satisfactory.

[0023] Next, an operation of a mass flowmeter is explained. It is flowing in the direction in which Fluid F shows the interior of a conduit 15 by the arrow head. It has connected with a control circuit whenever [constant temperature] respectively, and the sensible-heat coils R1 and R2 are controlled to become fixed, and the temperature of the sensible-heat coils R1 and R2 always spreads a phase etc. That is, when Fluid F is poured in the direction of an arrow head in the inside of tubing of a conduit 15, since heat is taken from the sensible-heat coil R1 wound around the upstream of a conduit 15 with a fluid, temperature becomes low. In order to make it high, output voltage becomes larger than output voltage

when Fluid F is not flowing.

[0024] Moreover, since the sensible-heat coil R2 wound around the downstream of a conduit 15 can give heat with the fluid F which was able to be warmed with the sensible-heat coil R1, temperature becomes high. In order to make it low, output voltage becomes smaller than output voltage when Fluid F is not flowing. Therefore, the electrical potential difference outputted from a control circuit is proportional to the amount of energy required in order to maintain the sensible-heat coils R1 and R2 to whenever [constant temperature] in a control circuit whenever [each constant temperature] whenever [constant temperature]. Here, the difference of an electrical potential difference is proportional to the mass flow rate of Fluid F, and can measure a mass flow rate by measuring the difference of an electrical potential difference.

[0025] This measured mass flow rate is fed back to a control means 32, and a control means 32 controls the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air through the pulse conversion circuit 33 so that a difference with an input signal S decreases. And when the measured mass flow rate is smaller than an input signal S, the solenoid valve 35 for supply performs a switching action according to the pulse given from the pulse conversion means, and supplies the compressed air which acts on diaphragm 24. Moreover, when the measured mass flow rate is larger than an input signal S, the solenoid valve 36 for exhaust air performs a switching action according to the pulse given from the pulse conversion means, and exhausts the compressed air which acts on diaphragm. Since the pneumatic pressure of the compressed air which acts on diaphragm 24 is controlled to coincidence using both the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air, pneumatic pressure can be controlled by high responsibility and the location of a valve element 17 can be controlled, an exact flow rate can be obtained quickly.

[0026] As explained to the detail above, according to the massflow controller of this example The diaphragm 24 formed in a valve element 17 and one, and the solenoid valve 35 for supply and the solenoid valve 36 for exhaust air which controls the compressed air to which it acts on diaphragm 24 and the location of a valve element 17 is changed, Since it has the control means 32 and the pulse conversion circuit 33 which control the solenoid valve 35 for supply, and the solenoid valve 36 for exhaust air, and feed back the mass flow rate of a fluid to a predetermined value based on the mass flow rate of the fluid which the mass-flowmeter section 2 measured While being able to send the mass flow rate as a demand correctly, even if there is no attachment independently about a latching valve, full cutoff of a fluid can be performed.

[0027] Moreover, the massflow controller of this example The solenoid valve 35 for supply and the solenoid valve 36 for exhaust air are solenoid valves which carry out a time amount switching action according to a pulse frequency. The compressed air to which the solenoid valve 35 for supply acts on diaphragm 24 is supplied from a compressed-air source of supply. Since the compressed air to which the solenoid valve 36 for exhaust air acts on diaphragm 24 is exhausted and the control means 32 and the pulse conversion circuit 33 are generating the pulse signal based on the difference of an input signal S and the mass flow

rate of the fluid which the mass flowmeter measured Since a valve element 17 can be driven to a linear by high responsibility, the precision of a massflow controller is maintainable. Moreover, since the massflow controller of this example has the strong return spring 18 which energizes diaphragm 24 in the direction in which a valve element 17 contacts a valve seat 27 and is intercepting the flow of the fluid of a massflow controller certainly with the return spring 18 at the time of interruption of service or a closed signal, it can intercept a fluid that there is [certainly and] no leakage.

[0028] Next, the second example is explained. Since the fundamental configuration of the massflow controller of the second example is almost the same as that of the massflow controller of the first example of drawing 1 as shown in drawing 2 R> 2, only a different point is explained. The safety barrier 40 is connected between amplifier 31 and a control means 32. And it is classified into the lower explosion-proof area and the upper non-explosion protection area according to the explosion-proof boundary line B which is a two-dot chain line which passes along a safety barrier 40. The safety barrier 40 has the function which intercepts a current, when an overcurrent flows in the sensible-heat coils R1 and R2 with amplifier 31. Thereby, the massflow controller of an explosion-proof type is realizable.

[0029] Various modification is possible for this invention, without being limited to the example which gave [above-mentioned] explanation. That is, although this example explained the equipment which uses two pulse drive solenoid valves as a proportional control valve, the proportional control valve which has the nozzle-flapper device currently indicated by JP,3-74601,A instead of the solenoid valve 35 for supply and the solenoid valve 36 for exhaust air may be used. Moreover, the proportional control valve which has the proportionality solenoid currently indicated by JP,5-42296,Y may be used.

[0030]

[Effect of the Invention] According to the massflow controller of this invention, like [it is ***** from having explained above and] The diaphragm formed in a valve element and one, and the control valve which controls the compressed air to which it acts on diaphragm and the location of a valve element is changed, Since it has the control means which controls a control valve and feeds back the mass flow rate of a fluid to a predetermined value based on the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured, while being able to send the mass flow rate as a demand correctly, even if there is no attachment independently about a latching valve, full cutoff of a fluid can be performed.

[0031] The massflow controller of this invention moreover, the solenoid valve for supply and the solenoid valve for exhaust air Are the solenoid valve which carries out a time amount switching action according to a pulse frequency, and the compressed air to which the solenoid valve for supply acts on diaphragm is supplied from a compressed-air source of supply. Since the compressed air to which the solenoid valve for exhaust air acts on diaphragm is exhausted and the control means and the pulse conversion circuit are generating the pulse signal based on the difference of an input signal S and the mass flow rate of the fluid which the mass flowmeter measured Since a valve element can be driven

to a linear by high responsibility, the precision of a massflow controller is maintainable.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the massflow controller which is the example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the configuration of the massflow controller which is another example of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the configuration of a massflow controller conventional proportionality solenoid type.

[Description of Notations]

1 Proportioning Valve Section

2 Mass-Flowmeter Section

17 Valve Element

18 Return Spring

19 Compressed-Air Feed Holes

24 Diaphragm

27 Valve Seat

32 Control Means

33 Pulse Conversion Circuit

35 Solenoid Valve for Supply

36 Solenoid Valve for Exhaust Air

F Fluid

R1 Sensible-heat coil

R2 Sensible-heat coil

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-185229

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 7 月 16 日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 5 D 7/06

F 1 6 K 31/128

識別記号

Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-340316

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 12 月 27 日

(71) 出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72) 発明者 須藤 良久

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

(72) 発明者 伊藤 稔

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

(72) 発明者 新田 慎一

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケーディ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 富澤 幸 (外 2 名)

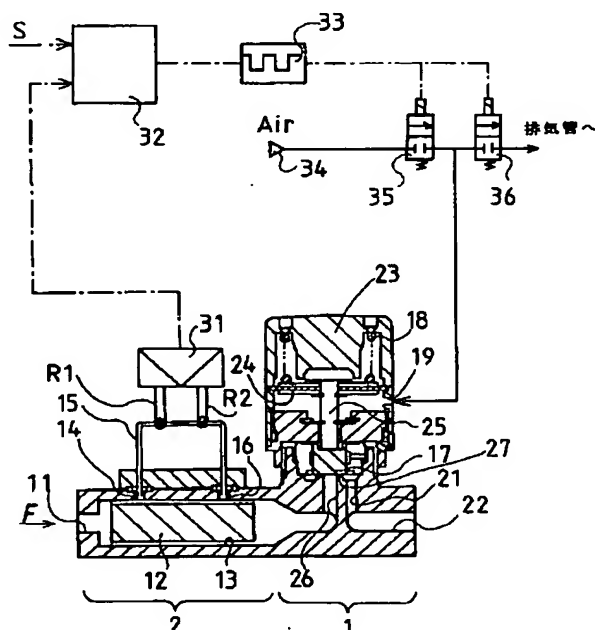
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスフローコントローラ

(57) 【要約】

【目的】 計測した質量流量をフィードバックして、正確に弁体の位置を制御できると共に、完全な遮断機能を有するマスフローコントローラを提供すること。

【構成】 マスフローコントローラは、内部を流体が流れる導管 15 の周囲に互いに独立して巻かれ、流体の温度に応じて抵抗値が変化する 2 つの抵抗体 R 1, R 2 に流れる電流値より、導管 15 を流れる流体の質量流量を計測する質量流量計部 2 と、流体の通路にあって弁座 27 との隙間を変化させることにより流量を変える比例弁機構とを有するマスフローコントローラであって、弁体 17 と一体に形成されるダイヤフラム 24 と、ダイヤフラム 24 に作用して弁体の位置を変化させる圧縮空気を制御する供給用電磁弁 35 と排気用電磁弁 36 と、質量流量計部 2 が計測した流体の質量流量に基づいて、供給用電磁弁 35 と排気用電磁弁 36 とを制御して流体の質量流量を所定値にフィードバックする制御手段 32 とパルス変換回路 33 とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部を流体が流れる導管の周囲に互いに独立して巻かれ、流体の温度に応じて抵抗値が変化する 2 つの抵抗体に流れる電流値より、該導管を流れる流体の質量流量を計測する質量流量計と、
流体の通路にあって弁座との隙間を変化させることにより流量を変える比例弁機構とを有するマスフローコントローラにおいて、

前記弁体と一体に形成されるダイヤフラムと、
前記ダイヤフラムに作用して前記弁体の位置を変化させる圧縮空気を制御する制御弁と、
前記質量流量計が計測した流体の質量流量に基づいて、前記制御弁を制御して流体の質量流量を所定値にフィードバックする制御手段とを有することを特徴とするマスフローコントローラ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載するものにおいて、
前記制御弁が、比例制御弁であって、
前記制御手段が、前記所定値と前記質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、前記比例制御弁を制御する信号を発生させることを特徴とするマスフローコントローラ。

【請求項 3】 請求項 2 に記載するものにおいて、
前記比例制御弁が、パルス周波数に応じて時間開閉動作する電磁弁であって、前記ダイヤフラムに作用する圧縮空気を圧縮空気供給源から供給する供給用電磁弁と、前記ダイヤフラムに作用する圧縮空気を排気する排気用電磁弁とから構成され、
前記制御手段が、前記所定値と前記質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、パルス信号を発生させるパルス変換手段を有することを特徴とするマスフローコントローラ。

【請求項 4】 請求項 1 及至請求項 3 に記載するもののいずれか 1 つにおいて、
前記ダイヤフラムを、前記弁体が前記弁座に当接する方向に付勢する復帰バネを有し、停電時または閉信号時に前記復帰バネによりマスフローコントローラの流体の流れを確実に遮断することを特徴とするマスフローコントローラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、産業用の流体搬送用設備に使用されるマスフローコントローラに関し、さらに詳細には、導管中を流れる少量の流体の質量流量を高精度かつ速い応答性で計測し、流体全体の質量流量を正確に制御すると共に、流体の完全遮断機能を有するマスフローコントローラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体の製造工程等において、少量の流体を一定量精度よく供給する必要が高くなっている。そのため、より精度の高いマスフローコントローラ

が強く望まれ、種々のマスフローコントローラが使用されている。従来使用されている比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラについて説明する。図 3 に比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラの構成を示す。マスフローコントローラは、左半分の質量流量計部 2 と比例弁部 1 とより構成されている。

【0003】質量流量計部 2 は、主通路 102 の左側に入力ポート 101 が開口している。また、主通路 102 の中央部に内壁と所定の間隔を介して、流体の流れを層流状態にするための柱状部材 103 が保持されている。また、柱状部材 103 の両側の内壁に流入口 104 と流出口 106 とが開口し、導管 105 が付設されている。そして、内部を流体が流れる導管 105 の上流側と下流側に各々温度係数の大なる一対の自己加熱型測温体を巻き付け感熱コイル R1、R2 を形成し、各感熱コイルによりブリッジ回路を作り、感熱コイルの温度を一定値に制御して、流体の質量流量をブリッジ回路間の電位差より演算するようにしている。

【0004】比例電磁弁部 1 では、コイル 116 とプランジャ 115 より構成されるソレノイドが上部に配設されている。プランジャ 115 の下端部には、弁体 107 が固設されている。弁体 107 に対抗する位置に弁出口ポート 117 が形成されている。弁出口ポート 117 は、出口ポート 112 に連通している。弁体 107 は、復帰バネ 108 により弁出口ポート 117 に当接する方向に付勢されている。弁体 107 は、コイル 116 に通電される電流に比例して、プランジャ 115 及び弁体 107 の位置が決定される。従って、通電される電流に比例して流量が決められる。

【0005】次にマスフローコントローラの作用を説明する。導管 105 の内部を流体 F が矢印で示す方向に流れている。導管 105 の上流側と下流側とに 2 つの感熱コイル R1、R2 が UV 硬化樹脂等で接着され、センサ部を構成している。感熱コイル R1、R2 は各々定温度制御回路に接続しており、感熱コイル R1、R2 の温度が常に相等しくかつ一定になるように制御している。従って、定温度制御回路から出力される電圧は、各々の定温度制御回路において感熱コイル R1、R2 を定温度に維持するために必要なエネルギー量に比例している。

【0006】ここで、電圧の差は、流体 F の質量流量に比例するものであり、電圧の差を計測することにより質量流量を計測することができる。一方、マスフローコントローラには、中央制御装置より、必要な流量信号が入力されており、定められた流量信号に合わせるため、コイル 116 に流す電流を調整する。すなわち、計測した流量が定められた流量より大きい場合は、コイル 116 に流す電流を減少させる。これにより、コイル 116 がプランジャ 115 を吸引する力が低下して、弁体 107 が、復帰バネ 108 に付勢されて下向きに移動して、流量が減少する。また、計測した流量が定められた流量よ

り小さい場合は、コイル 116 に流す電流を増加させる。これにより、コイル 116 がプランジャ 115 を吸引する力が増大し、弁体 107 が復帰バネ 108 に抗して、上向きに移動して、流量が増大する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のマスフローコントローラにおいては、次のような問題があった。

(1) 従来の比例ソレノイドのマスフローコントローラは、正確な質量流量を流すことは問題ないが、流体を確実に遮断することはできなかった。流体を完全に遮断しようとする、復帰バネを強くする必要があるが、復帰バネを強くするとソレノイドが大きくなり過ぎて、実用的でなくなってしまう。また、プランジャを持ち上げるのに、多量の電流が必要となり無駄であった。そのため、従来は、比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラの下流側に遮断弁を別に付設しており、設備が大きくなる問題があった。特に、近年の半導体製造工程では、多数のマスフローコントローラを使用するため、広い面積を専有することが大きな問題であった。そして、

それと共にコストが上がることも問題であった。

【0008】(2) 比例ソレノイドタイプにおいて、比例弁に、多量の電流を流す必要があり、引火性の強いガスを供給する場合に、防爆上問題であった。

【0009】本発明は、上記問題点を解決し、計測した質量流量をフィードバックして、正確に弁体の位置を制御できると共に、完全な遮断機能を有するマスフローコントローラを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明のマスフローコントローラは、内部を流体が流れる導管の周囲に互いに独立して巻かれ、流体の温度に応じて抵抗値が変化する 2 つの抵抗体に流れる電流値より、該導管を流れる流体の質量流量を計測する質量流量計と、流体の通路にあって弁座との隙間を変化させることにより流量を変える比例弁機構とを有するマスフローコントローラであって、弁体と一体に形成されるダイヤフラムと、ダイヤフラムに作用して弁体の位置を変化させる圧縮空気を制御する制御弁と、質量流量計が計測した流体の質量流量に基づいて、制御弁を制御して流体の質量流量を所定値にフィードバックする制御手段とを有している。

【0011】また、本発明のマスフローコントローラは、上記のものにおいて、前記制御弁が、比例制御弁であって、前記制御手段が、前記所定値と前記質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、前記比例制御弁を制御する信号を発生させることを特徴とする。また、本発明のマスフローコントローラは、上記マスフローコントローラにおいて、前記制御弁が、パルス周波数に応じて時間開閉動作する電磁弁であって、ダイヤフ

ラムに作用する圧縮空気を圧縮空気供給源から供給する供給用電磁弁と、ダイヤフラムに作用する圧縮空気を排気する排気用電磁弁とから構成され、前記制御手段が、所定値と質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、パルス信号を発生させるパルス変換手段を有することを特徴とする。

【0012】また、本発明のマスフローコントローラは、上記マスフローコントローラにおいて、ダイヤフラムを、弁体が弁座に当接する方向に付勢する復帰バネを有し、停電時または閉信号時に復帰バネによりマスフローコントローラの流体の流れを確実に遮断することを特徴とする。

【0013】

【作用】上記の構成よりなる本発明の質量流量計の導管は、内部に流体を流して流体を搬送する。また、2 つの抵抗体は、導管の周囲に互いに独立して巻かれ流体の温度に応じて抵抗値が変化する。それにより、質量流量計は、抵抗体の温度を一定に保ちながら抵抗体に与えられるエネルギーの差から導管を流れる流体の質量流量を演算し、計測する。弁体は、ダイヤフラムと一体的に移動して、ダイヤフラムが下降すると、弁座と当接する方向に移動し流量を減少させる。また、弁体は、ダイヤフラムが上昇すると、弁座から離間する方向に移動し流量を増加させる。また、復帰バネは、ダイヤフラムを、弁体が弁座に当接する方向に付勢しており、停電時または閉信号時には、復帰バネがダイヤフラムを下降させて、弁体を弁座に当接させ、マスフローコントローラの流体の流れを確実に遮断する。ここで、弁体の位置は、ダイヤフラムに供給される空気圧で決まるため、ダイヤフラムに作用する空気圧を正確に制御する必要がある。

【0014】また、制御手段が、所定値と質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、比例制御弁を制御する信号を発生させる。比例制御弁は、制御手段から与えられた信号に比例して、ダイヤフラムに作用する空気圧を正確に制御する。すなわち、制御手段は、中央制御装置等から入力される所定値と質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、その差を減少させるため、弁機構を制御する。このとき、例えば、パルス変換手段が電磁弁を制御するためのパルス信号を発生させる。

【0015】そして、制御弁を構成する供給用電磁弁は、ダイヤフラムに作用する空気圧が低いときに、パルス変換手段から与えられたパルスに応じて開閉動作を行い、ダイヤフラムに作用する圧縮空気を供給する。また、制御弁を構成する排気用電磁弁は、ダイヤフラムに作用する空気圧が高いときに、パルス変換手段から与えられたパルスに応じて開閉動作を行い、ダイヤフラムに作用する圧縮空気を排気する。ダイヤフラムに作用する圧縮空気の空気圧を供給用電磁弁と排気用電磁弁の両方を同時に制御しているので、高い応答性で空気圧を制御

でき、弁体の位置を制御できるため、正確な流量を迅速に得ることができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例であるマスフローコントローラについて図面を参照しながら説明する。本発明の一実施例であるマスフローコントローラの全体構成を図1に示す。マスフローコントローラは、左側の質量流量計部2と右側の比例弁部1とより構成されている。比例弁本体23は中空であり、中空部の中心には、ダイヤフラム24が周囲を比例弁本体23に固定された状態で付設されている。ダイヤフラム24の中央には、ダイヤフラム24と弁体17を連結するための弁棒25が付設されている。ダイヤフラム24の上側の比例弁本体23には、復帰バネ18が付設されており、ダイヤフラム24は復帰バネ18により下向きに付勢されている。本発明で使用している復帰バネ18は、従来の比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラで使用されている復帰バネ108と比較して、高い遮断性能を得るため、かなり強いバネを使用している。

【0017】弁棒25の中間位置に圧縮空気の漏れを防ぐためのダイヤフラム24が、周囲を比例弁本体23に固定された状態で付設されている。これにより、比例弁本体23の側面に形成された圧縮空気供給孔19から供給された圧縮空気は、弁棒25を上方向に移動させるよう作用する。比例弁本体23の下側を構成する弁部の中央には、弁入力ポート26が形成されている。弁入力ポート26の右側には、弁出力ポート21が形成されている。弁出力ポート21は、マスフローコントローラ出口22に連通している。弁入力ポート26の上端には、弁座27が形成されている。弁入力ポート26は、質量流量計部2の主流路13と連通している。

【0018】次に、質量流量計部2の構成を説明する。質量流量計部2は、主流路13の左側にマスフローコントローラ入口11が開口している。また、主流路13の中央部に内壁と所定の間隔を介して、流体の流れを層流状態にするための柱状部材12が保持されている。また、柱状部材12の両側の主流路13の内壁に導管流入口14と導管流出口16とが開口し、導管流入口14と導管流出口16とを連通して導管15が付設されている。導管15には、応答性よく正確に質量流量を計測するため、流体の全質量流量に対して一定比率の流体を正確に流す必要がある。そのため、主流路13と導管15を流れる流体を層流状態に保つことが必要である。

【0019】質量流量計部2は、この導管15と、内部を流体が流れる導管15の上流側と下流側に各々温度係数の大なる一対の自己加熱型測温体を巻き付け感熱コイルR1、R2とより構成されている。ここで、導管15の内部を流体Fが矢印で示す方向に流れている。導管15の上流側と下流側とに、直径25 μ mの感熱抵抗線を70ターン巻き付けて2つの感熱コイルR1、R2が形成

されている。感熱抵抗線は、鉄、ニッケル合金等の温度係数の大なる材質で作られている。感熱コイルR1、R2は導管15にUV硬化樹脂等で接着され、センサ部を構成している。そして、各感熱コイルR1、R2によりブリッジ回路を作り、感熱コイルR1、R2の温度を一定値に制御して、流体の質量流量をブリッジ回路間の電位差より演算するようにしている。

【0020】次に、マスフローコントローラの制御部の構成を説明する。感熱コイルR1、R2は、各々アンプ31に接続している。アンプ31は、制御手段32に接続している。制御手段32は、図示しない中央制御装置に接続されている。制御手段32には、中央制御装置より入力信号Sが入力される。制御手段32は、パルス変換回路33に接続している。パルス変換回路33は、供給用電磁弁35と排気用電磁弁36の各コイルに接続している。一方、供給用電磁弁35の入力ポートには、圧縮空気の供給源34が接続している。また、供給用電磁弁35の出力ポートは、圧縮空気供給孔19に接続している。また、排気用電磁弁36の入力ポートも、圧縮空気供給孔19に接続している。そして、排気用電磁弁36の出力ポートは、排気管へ接続している。

【0021】次に、本実施例のマスフローコントローラの全体の作用について説明する。図1は、マスフローコントローラに圧縮空気が供給されていない状態を示している。このとき、制御手段32には、入力信号Sとして遮断信号が入力されている。制御手段32は、遮断信号を受けて、パルス変換回路33を介して、供給用電磁弁35及び排気用電磁弁36の動作を停止している。従って、圧縮空気供給孔19には、全く圧縮空気が供給されていない。それにより、ダイヤフラム24は復帰バネ18により下向きに付勢され、その付勢力により弁体17が弁座27に押し付けられる。ここで、復帰バネ18は、従来の比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラで使用されていた復帰バネ108と比較して、十分強い力を備えているので、流体は、弁体17と弁座27とにより完全に遮断された状態となる。このとき、感熱コイルR1、R2は、流体が流れていないことを検出しており、制御手段32は、流量が零であることを確認している。

【0022】次に、制御手段32に所定の質量流量を流す指令である入力信号Sが入力した場合を説明する。現在の流量が零であるから、制御手段32は、入力信号Sとの差を演算し、パルス変換回路33はその差に基づいて、供給用電磁弁35及び排気用電磁弁36に駆動パルスを与える。供給用電磁弁35及び排気用電磁弁36は、与えられたパルスに応じて開閉動作を行う。そして、パルス周波数に応じた弁の時間開閉により、パルス状の空気圧が供給され、あるいは排出されるため、圧縮空気供給孔19に供給する圧縮空気の空気圧を容易かつ迅速に微調整することが可能である。圧縮空気供給孔1

9より供給された圧縮空気は、ダイヤフラム24を押し上げて、弁体17を弁座27から離間させる。これにより、流体が流れる。本実施例の復帰バネ18は、強いバネであるが、ダイヤフラム24を圧縮空気駆動しているので、復帰バネ18が強くて問題がない。

【0023】次に質量流量計の作用を説明する。導管15の内部を流体Fが矢印で示す方向に流れている。感熱コイルR1、R2は各々定温度制御回路に接続しており、感熱コイルR1、R2の温度が常に相等しくかつ一定になるように制御している。すなわち、導管15の管内を流体Fが矢印の方向に流されたとき、導管15の上流側に巻かれた感熱コイルR1は、流体により熱を奪われるため温度が低くなる。それを高くするために、出力電圧は、流体Fが流れていない時の出力電圧より大きくなる。

【0024】また、導管15の下流側に巻かれた感熱コイルR2は、感熱コイルR1により温められた流体Fによって熱を与えられるため、温度が高くなる。それを低くするために、出力電圧は、流体Fが流れていない時の出力電圧より小さくなる。従って、定温度制御回路から出力される電圧は、各々の定温度制御回路において感熱コイルR1、R2を定温度に維持するために必要なエネルギー量に比例している。ここで、電圧の差は、流体Fの質量流量に比例するものであり、電圧の差を計測することにより質量流量を計測することができる。

【0025】この計測した質量流量が制御手段32にフィードバックされ、制御手段32は、入力信号Sとの差が減少するように、パルス変換回路33を介して供給用電磁弁35及び排気用電磁弁36を制御する。そして、供給用電磁弁35は、計測した質量流量が入力信号Sより小さいときに、パルス変換手段から与えられたパルスに応じて開閉動作を行い、ダイヤフラム24に作用する圧縮空気を供給する。また、排気用電磁弁36は、計測した質量流量が入力信号Sより大きいときに、パルス変換手段から与えられたパルスに応じて開閉動作を行い、ダイヤフラムに作用する圧縮空気を排気する。ダイヤフラム24に作用する圧縮空気の空気圧を供給用電磁弁35と排気用電磁弁36の両方を使用して同時に制御しているので、高い応答性で空気圧を制御でき、弁体17の位置を制御できるため、正確な流量を迅速に得ることができる。

【0026】以上詳細に説明したように、本実施例のマスフローコントローラによれば、弁体17と一体に形成されるダイヤフラム24と、ダイヤフラム24に作用して弁体17の位置を変化させる圧縮空気を制御する供給用電磁弁35と排気用電磁弁36と、質量流量計部2が計測した流体の質量流量に基づいて、供給用電磁弁35と排気用電磁弁36を制御して流体の質量流量を所定値にフィードバックする制御手段32とパルス変換回路33とを有しているので、要求通りの質量流量を正確に送

ることができると共に、遮断弁を別に取付なくても、流体の完全遮断を行うことができる。

【0027】また、本実施例のマスフローコントローラは、供給用電磁弁35と排気用電磁弁36とが、パルス周波数に応じて時間開閉動作する電磁弁であって、供給用電磁弁35がダイヤフラム24に作用する圧縮空気を圧縮空気供給源から供給し、排気用電磁弁36がダイヤフラム24に作用する圧縮空気を排気しており、制御手段32とパルス変換回路33とが、入力信号Sと質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、パルス信号を発生させているので、弁体17を高い応答性でリニアに駆動できるため、マスフローコントローラの精度を維持することができる。また、本実施例のマスフローコントローラは、ダイヤフラム24を、弁体17が弁座27に当接する方向に付勢する強い復帰バネ18を有し、停電時または閉信号時に復帰バネ18によりマスフローコントローラの流体の流れを確実に遮断しているので、流体を確実に漏れなく遮断することができる。

【0028】次に、第二の実施例について説明する。図2に示すように、第二の実施例のマスフローコントローラの基本的構成は、図1の第一実施例のマスフローコントローラとほぼ同一であるので、異なる点のみ説明する。アンプ31と制御手段32との間に安全保持器40が接続されている。そして、安全保持器40を通る2点鎖線である防爆境界線Bにより、下側の防爆区域、上側の非防爆区域に区分されている。安全保持器40は、アンプ31により感熱コイルR1、R2に過電流が流れたときに、電流を遮断する機能を有している。これにより、防爆タイプのマスフローコントローラを実現することができる。

【0029】本発明は、上記説明した実施例に限定されず、色々な変更が可能である。すなわち、本実施例では、比例制御弁として、パルス駆動電磁弁を2つ使用する装置について説明したが、供給用電磁弁35と排気用電磁弁36の代わりに、特開平3-74601号に開示されているノズルフラッパー機構を有する比例制御弁を使用しても良い。また、実公平5-42296号に開示されている比例ソレノイドを有する比例制御弁を使用しても良い。

【0030】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明のマスフローコントローラによれば、弁体と一体に形成されるダイヤフラムと、ダイヤフラムに作用して弁体の位置を変化させる圧縮空気を制御する制御弁と、質量流量計が計測した流体の質量流量に基づいて、制御弁を制御して流体の質量流量を所定値にフィードバックする制御手段を有しているので、要求通りの質量流量を正確に送ることができると共に、遮断弁を別に取付なくても、流体の完全遮断を行うことができる。

【0031】また、本発明のマスフローコントローラ

は、供給用電磁弁と排気用電磁弁とが、パルス周波数に応じて時間開閉動作する電磁弁であって、供給用電磁弁がダイヤフラムに作用する圧縮空気を圧縮空気供給源から供給し、排気用電磁弁がダイヤフラムに作用する圧縮空気を排気しており、制御手段とパルス変換回路とが、入力信号 S と質量流量計が計測した流体の質量流量との差に基づいて、パルス信号を発生させているので、弁体を高い応答性でリニアに駆動できるため、マスフローコントローラの精度を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例であるマスフローコントローラの構成を示すブロック図である。

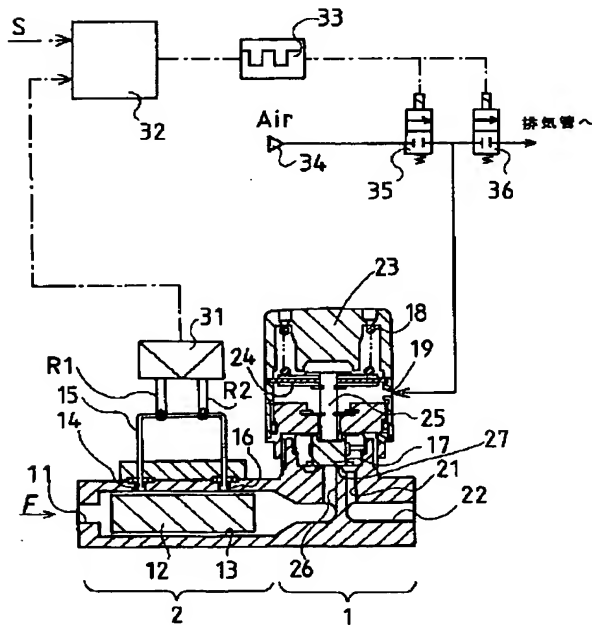
【図 2】 本発明の別の実施例であるマスフローコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 3】 従来の比例ソレノイドタイプのマスフローコントローラの構成を示す断面図である。

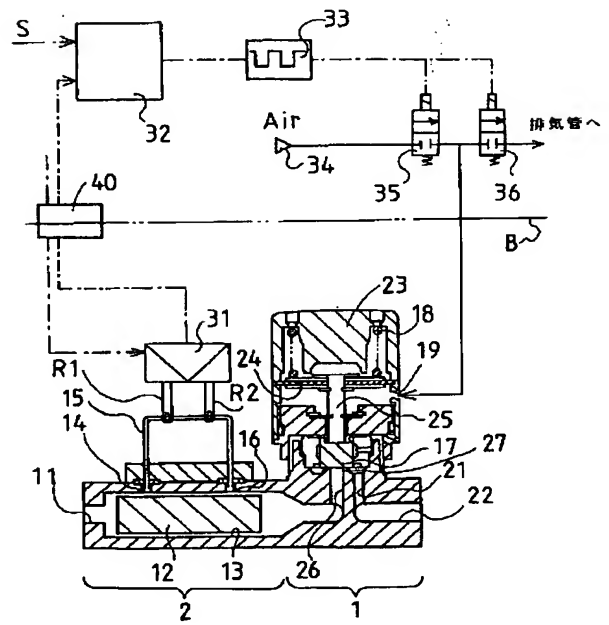
【符号の説明】

- 1 比例弁部
- 2 質量流量計部
- 17 弁体
- 18 復帰バネ
- 19 圧縮空気供給孔
- 24 ダイヤフラム
- 27 弁座
- 32 制御手段
- 33 パルス変換回路
- 35 供給用電磁弁
- 36 排気用電磁弁
- F 流体
- R1 感熱コイル
- R2 感熱コイル

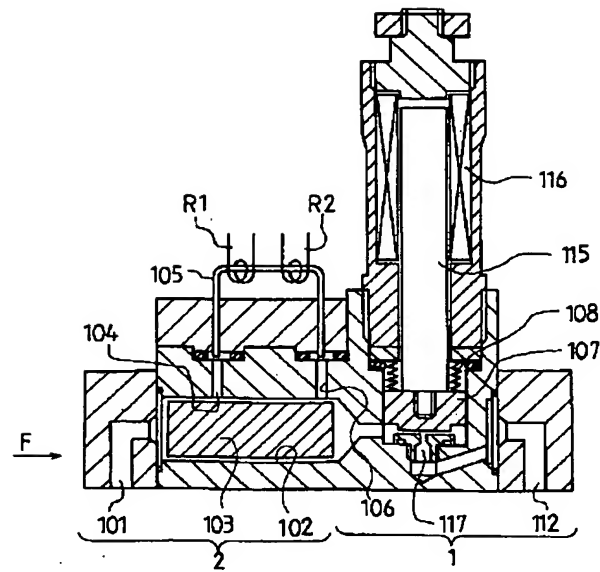
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 工藤 真之
愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シーケ
ーディ株式会社内